



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 11 903 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 D 41/30**

⑳ Aktenzeichen: 197 11 903.4  
㉑ Anmeldetag: 21. 3. 97  
㉒ Offenlegungstag: 24. 9. 98

DE 197 11 903 A 1

㉓ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

㉔ Erfinder:  
Egger, Klaus, Dr., 93173 Wenzenbach, DE;  
Freudenberg, Hellmut, 93080 Pentling, DE;  
Hoffmann, Christian, Dr., 93057 Regensburg, DE;  
Klügl, Wendelin, 92358 Seubersdorf, DE; Schöppe,  
Detlev, 93173 Wenzenbach, DE

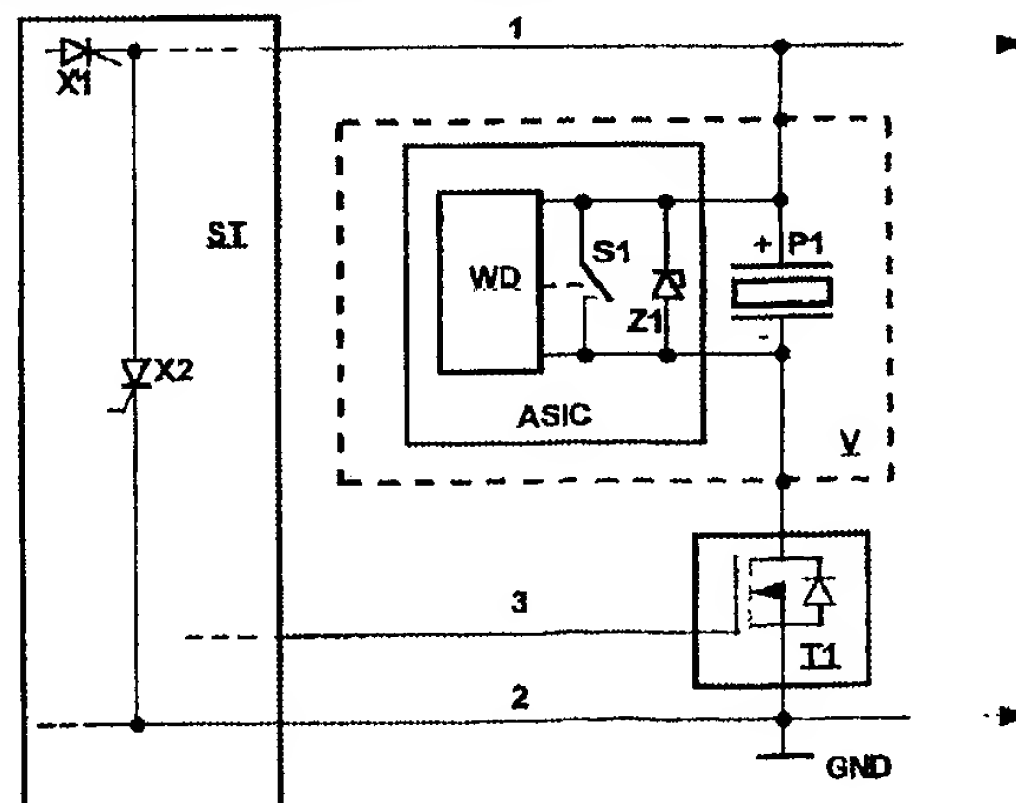
㉕ Entgegenhaltungen:  
DE 36 21 541 C2  
DE 40 11 782 A1  
EP 06 11 880 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉖ Vorrichtung und Verfahren zum Ansteuern eines piezogesteuerten Kraftstoffeinspritzventils

㉗ Dem Piezostellglied P1 ist eine bevorzugt aus einem Power-MOSFET-Schalter T1 bestehende Entladevorrichtung S1 parallelgeschaltet, welche von einer ebenfalls dem Piezostellglied parallelgeschalteten Überwachungseinrichtung WD in den leitenden Zustand versetzt wird, wenn die Öffnungsdauer  $t_a$  des Piezostellgliedes P1 eine vorgegebene Überwachungszeit  $t_s$  überschreitet. Entladevorrichtung S1 und Überwachungseinrichtung WD sind als integrierte Schaltung (ASIC) ausgebildet und ins Ventilgehäuse integriert.



DE 197 11 903 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ansteuern eines piezogesteuerten Kraftstoffeinspritzventils einer Brennkraftmaschine. Sie betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung.

Bei einer solchen Vorrichtung kann ein Fehlverhalten des Systems aufgrund eines Fehlers des Piezostellgliedes, der Steuerschaltung oder defekter Verbindungen durch Überwachung beispielsweise des Spannungs- und Stromverlaufs während des Ansteuervorgangs erkannt werden.

Bei einer infolge eines Fehlers der Steuerschaltung nicht erfolgenden Entladung oder bei einem Kabelbruch eines aufgeladenen Piezostellgliedes kann dieser Zustand zwar erkannt, aber nicht behoben werden, da aufgrund des hohen Widerstandes eines Piezostellgliedes die aufgebrachte Ladung relativ lange erhalten bleibt. Ein von diesem Piezostellglied betätigtes Kraftstoffeinspritzventil bleibt entsprechend lang geöffnet und spritzt zu viel Kraftstoff ein, was bis zu Motorschäden führen kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum Ansteuern eines piezogesteuerten Kraftstoffeinspritzventils dahingehend auszubilden, daß die Öffnungsdauer (Ansteuerdauer) des Piezostellgliedes auf für die zu steuernde Einrichtung ungefährliche Werte begrenzt wird. Aufgabe der Erfindung ist auch, ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 (Vorrichtung) und 8 oder 9 (Verfahren) gelöst, indem dem Piezostellglied eine Entladevorrichtung zugeordnet ist.

Im einfachsten Fall kann als Entladevorrichtung ein Widerstand parallel zum Piezostellglied angeordnet sein, über welchen das Piezostellglied entladen wird, wenn es geladen ist und nicht mehr angesteuert wird; dieser Widerstand muß so dimensioniert sein, daß einerseits das Piezostellglied im Fehlerfall ausreichend schnell entladen werden kann, andererseits aber der Mehrbedarf an Energie nicht zu groß wird.

Eine bessere Lösung verwendet statt des Widerstandes eine elektrische Spule. Durch den zu Ansteuerbeginn zunächst verzögert ansteigenden Strom in der Spule fällt auch der Mehrleistungsbedarf geringer aus.

Sowohl Widerstand als auch Spule entladen das Piezostellglied aber bereits ab dem Ende des Ladevorgangs, so daß eine beliebig lange fehlerfreie Öffnungsdauer des Einspritzventils damit nicht erreichbar ist.

Eine bevorzugte Ausführung nach der Erfindung ist im folgenden unter Bezugnahme auf die schematische Zeichnung am Beispiel einer Vorrichtung zum Ansteuern eines piezoelektrisch betriebenen Kraftstoffeinspritzventils näher erläutert.

In der einzigen Figur ist ein Piezostellglied P1 eines nicht dargestellten Kraftstoffeinspritzventils in Reihe mit einem von einer Steuerschaltung ST über eine Leitung 3 gesteuerten Power-MOSFET-Schalter T1 zwischen den Leitungen 1 und 2 angeordnet. Weitere Piezostellglieder für Kraftstoffeinspritzventile weiterer Zylinder können parallel zu dieser Reihenschaltung angeordnet sein, was durch die mittels strichlierter Pfeile weitergeführten Leitungen 1 und 2 angedeutet ist. Einzelheiten einer derartigen Steuerschaltung ST sind der älteren deutschen Patentanmeldung 1 96 52 801.1 zu entnehmen.

Leitung 2 ist mit dem Bezugspotential GND der Schaltung verbunden, während über Leitung 1 das Piezostellglied P1 geladen wird, wenn ein Ladeschalter X1 gezündet wird. Über einen in der Steuerschaltung ST zwischen den Leitungen 1 und 2 angeordneten Entladeschalter X2 und den leitenden Power-MOSFET-Schalter T1 oder – in dessen nicht-

leitendem Zustand – über dessen Inversdiode wird das Piezostellglied P1 entladen. Die Schalter X1 und X2 sind beispielsweise Thyristorschalter.

Erfindungsgemäß ist eine Überwachungseinrichtung WD für die Öffnungsdauer  $t_a$  des Piezostellgliedes P1 vorgesehen, welche parallel zum Piezostellglied P1 geschaltet ist. Die Überwachungseinrichtung WD wird von der Steuerschaltung ST zur gleichen Zeit mit Energie versorgt, während das Piezostellglied aufgeladen wird.

Mit der Aufladung des Piezostellgliedes P1 beginnt in der Überwachungseinrichtung WD ein Zeitglied zu laufen, welches einen parallel zum Piezostellglied P1 angeordneten, als Entladevorrichtung arbeitenden, normalerweise nichtleitenden, elektronischen Schalter S1 nach einer vorgegebenen Überwachungszeit  $t_s$  leitend steuert und damit das Piezostellglied P1 kurzschlußartig entlädt, wenn nicht vorher das Piezostellglied über den Entladeschalter X2 entladen wird.

Parallel zum Piezostellglied P1 ist außerdem eine Zenerdiode Z1 angeordnet, deren Katode mit dem Plusanschluß + des Piezostellgliedes verbunden ist, welche das Piezostellglied vor negativen Spannungen und vor positiven Überspannungen während des Betriebes, aber auch in ausgebautem Zustand schützt.

Vorteilhafterweise ist die Überwachungseinrichtung WD, die Entladeeinrichtung S1 (der elektronische Schalter) und die Zenerdiode Z1 als integrierte Schaltung, beispielsweise als ASIC (Application Specific Integrated Circuit) ausgeführt und innerhalb des Gehäuses des Kraftstoffeinspritzventils angeordnet. Diese Einheit aus ASIC und Kraftstoffeinspritzventil ist in der Zeichnung durch einen strichlierten Rahmen mit dem Bezugszeichen V angedeutet.

Die über ein Einspritzventil in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine eingespritzte Kraftstoffmenge ist abhängig vom Kraftstoffdruck  $p$  und von der Öffnungsdauer  $t_a$  des Einspritzventils bzw. des Piezostellgliedes. Der Kraftstoffdruck  $p$  wird abhängig von verschiedenen Parametern von einem Motorsteuergerät vorgegeben. Beim Motorstart mit noch geringem Kraftstoffdruck (z. B.  $p = 250$  bar) wird eine längere Öffnungsdauer (z. B.  $t_a = 4,5$  ms) benötigt, um die erforderliche Startmenge einzuspritzen. Bei maximalem Kraftstoffdruck (z. B.  $p_{\max} = 1500$  bar) genügt beispielsweise eine Öffnungsdauer  $t_{a_{\max}} = 1,5$  ms, um die maximal erforderliche Kraftstoffmenge ins Ansaugrohr bzw. in den Zylinder zu fördern. Bei diesem Druck  $p_{\max}$  würde die in der Startphase erforderliche Öffnungsdauer  $t_a = 4,5$  ms zu einer so großen Kraftstoffmenge im Zylinder führen, daß ein Motorschaden die Folge sein könnte.

Wird die Überwachungszeit  $t_s$  auf einen Wert von beispielsweise  $t_s = 1,8$  ms begrenzt, dann wird in der Startphase mit  $p = 250$  bar die erforderliche Kraftstoffmenge nicht erreicht, der Motor wird nicht anspringen.

Es wäre deshalb erforderlich, den Kraftstoffdruck  $p$  zu messen und diesem die Öffnungsdauer  $t_a$  sowie die Überwachungszeit  $t_s$  anzupassen. Dies würde aber eine weitere Signalleitung zu jedem Kraftstoffeinspritzventil und einen erheblichen zusätzlichen Schaltungsaufwand in der Überwachungseinrichtung WD jedes Kraftstoffeinspritzventils bedeuten.

Es ist auch möglich, die Überwachungseinrichtung WD in der Startphase auszuschalten, was beispielsweise ohne zusätzliche Leitung über ein von der Steuerschaltung ST ausgegebenes frequenzmoduliertes Signal an die Überwachungseinrichtung WD über die Leitung 1 erfolgen kann.

Die Erfindung bevorzugt ein Verfahren, welches in der Startphase der Brennkraftmaschine bei niedrigem Kraftstoffdruck für jede Zylinderfüllung wenigstens zwei Einspritzvorgänge mit einer Öffnungsdauer  $t_a$ , welche die maximale Öffnungsdauer  $t_{a_{\max}}$  nicht überschreitet, vorsieht.

Auf diese Weise kann die erforderliche Startmenge eingespritzt werden, ohne die Überwachungseinrichtung in der Startphase ausschalten zu müssen, beispielsweise mit drei oder vier Einspritzungen zu je maximal 1,5 ms bei etwa 250 bar.

Auf diese Weise ist es möglich, für die Überwachung der Öffnungsdauer  $t_a$  des Kraftstoffeinspritzventils im gesamten Motorbetriebsbereich mit einer einzigen, konstanten Überwachungszeit  $t_s$  auszukommen, die etwas größer gewählt wird als die maximale Öffnungsdauer  $t_{a_{max}}$ , welche erforderlich ist, um bei maximalem Kraftstoffdruck  $p_{max}$  die maximal vorgesehene Kraftstoffmenge einzuspritzen.

ausgegebenen frequenzmodulierten Signals erfolgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ansteuern eines Kraftstoffeinspritzventils mittels eines Piezostellgliedes, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Piezostellglied (P1) eine Entladevorrichtung (S1) parallel geschaltet ist. 15
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Entladevorrichtung ein Widerstand ist. 20
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Entladevorrichtung eine elektrische Spule ist. 25
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Entladevorrichtung (S1) eine Überwachungseinrichtung (WD) parallel zum Piezostellglied (P1) angeordnet ist, welche ein Zeitglied (T) aufweist, welches die Entladevorrichtung (S1) leitend steuert, wenn die Öffnungsdauer ( $t_a$ ) des Piezostellgliedes (P1) eine vorgegebene Überwachungszeit ( $t_s$ ) überschreitet. 30
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsversorgung der Überwachungseinrichtung (WD) über die Aufladung des Piezostellgliedes (P1) erfolgt. 35
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinrichtung (WD), die Entladevorrichtung (S1) und eine parallel zum Piezostellglied (P1) angeordnete Zenerdiode (Z1) als integrierte Schaltung (ASIC) ausgebildet sind. 40
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die integrierte Schaltung (ASIC) innerhalb des Gehäuses des Kraftstoffeinspritzventils angeordnet ist. 45
8. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungszeit ( $t_s$ ) der Überwachungseinrichtung (WD) so bemessen ist, daß sie geringfügig größer ist als die Öffnungsdauer ( $t_{a_{max}}$ ), welche erforderlich ist, um bei maximalem Kraftstoffdruck ( $p_{max}$ ) die maximale Kraftstoffmenge einzuspritzen, und daß in der Startphase der Brennkraftmaschine pro Zylinderfüllung wenigstens zwei Einspritzvorgänge mit Öffnungsdauern  $t_a$ , welche die maximale Öffnungsdauer  $t_{a_{max}}$  nicht überschreiten, durchgeführt werden. 50
9. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinrichtung (WD) in der Startphase der Brennkraftmaschine ausschaltbar ist. 55
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausschaltung der Überwachungseinrichtung (WD) mittels eines von der Steuerschaltung (ST) 60

